

Полевая устойчивость фасоли к комплексу патогенов под влиянием биопраймирования в Московской области

Field resistance of common beans to a complex of pathogens under the influence of biopriming in the Moscow region

Еремина Н.А., Соколова Л.М.

Eremina N.A., Sokolova L.M.

Аннотация

Abstract

Фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris* L.) – одна из самых важных зерновых бобовых культур в мире. Основной фактор, препятствующий выращиванию фасоли в условиях Московской области, – отсутствие сортов, приспособленных для выращивания. Однако широкому распространению культуры фасоли препятствуют различные болезни и абиотические стрессоры, которые существенно снижающие (до 40% и более) продуктивность растений, и качество их продукции. Фасоль поражается грибными, бактериальными и вирусными болезнями. Из грибных болезней наиболее вредоносны антракноз, фузариоз, белая и серая гнили, мучнистая роса. Цель исследований заключается в изучении влияния биопраймирования на полевую устойчивость фасоли к комплексу патогенов. В результате изучения влияния различных вариантов биопраймирования на полевую устойчивость фасоли к комплексу патогенов в условиях Центральной части поймы реки Москва – Быковского расширения выделены *Rhizobium leguminosarum* и Аркской Азот + Арксоил Фосфор. Данные варианты предпосевной обработки семян способствуют сдерживанию развития комплекса патогенов, так как средний балл поражения за три года наблюдения составляет в среднем 1,2, что характеризуется слабовосприимчивой группой. Применение биопраймирования позволило улучшить общую урожайность относительно контроля. Максимальные показатели урожайности были отмечены при применении *Rhizobium leguminosarum* во все годы исследования, в 2022 году прибавка относительно к контролю составил 30,6%, в 2023 году – 28,8%, а в 2024 году – 40,5%. Применение Арксоил Азот + Арксоил Фосфор позволило увеличить урожайность на 19,5%. В 2022 и 2023 годах биопраймирование препаратами Азотовит+Фосфатовит и Арксоил Азот + Арксоил Фосфор обеспечило прибавку урожайности 12 и 13% соответственно. В 2024 году применение Азотовит+Фосфатовит обеспечило урожайность 2,69 кг/м², что выше контроля на 17,4%, а применение Арксоил Азот + Арксоил Фосфор позволило увеличить урожайность на 19,5%.

Ключевые слова: фасоль, биопраймирование, патогены, устойчивость, урожайность.

Для цитирования: Еремина Н.А., Соколова Л.М. Полевая устойчивость фасоли к комплексу патогенов под влиянием биопраймирования в Московской области // Картофель и овощи. 2025. №1. С. 16-22. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.73.48.001>

Common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) are one of the most important legumes in the world. The main factor preventing the cultivation of beans in the conditions of the Moscow region is the lack of varieties adapted for cultivation. However, the widespread spread of bean culture is hindered by various diseases and abiotic stressors, which significantly reduce (up to 40% or more) the productivity of plants and the quality of their products. Beans are affected by fungal, bacterial and viral diseases. Of the fungal diseases, anthracnose, fusarium, white and gray rot, powdery mildew are the most harmful. The purpose of the research is to study the effect of biopriming on the field resistance of beans to a complex of pathogens. As a result of studying the effect of various biopriming options on the field resistance of beans to a complex of pathogens in the conditions of the Central part of the floodplain of the Moskva – Bykovsky River extension, *Rhizobium leguminosarum* and Arctic Nitrogen + Arctic Phosphorus were isolated. These options for pre-sowing seed treatment contribute to curbing the development of a complex of pathogens, since the average lesion score over three years of follow-up is on average 1.2, which is characterized by a poorly susceptible group. The use of biopriming has improved the overall yield relative to the control. The maximum yield indicators were noted with the use of *Rhizobium leguminosarum* in all years of the study, in 2022 the increase relative to the control was 30.6%, in 2023–28.8%, and in 2024–40.5%. The use of Arcsoil Nitrogen + Arcsoil Phosphorus allowed to increase yields by 19.5%. In 2022 and 2023, biopriming with Azotovite +Phosphatovite and Arksoil Nitrogen + Arksoil Phosphorus preparations provided an increase in yield of 12 and 13%, respectively. In 2024, the use of Azotovite + Phosphatovite provided a yield of 2.69 kg/m², which is 17.4% higher than the control, and the use of Arksoil Nitrogen + Arksoil Phosphorus increased yields by 19.5%.

Key words: common beans, biopriming, pathogens, resistance, yield.

For citing: Eremina N.A., Sokolova L.M. Field resistance of common beans to a complex of pathogens under the influence of biopriming in the Moscow region. Potato and vegetables. 2025. No1. Pp. 16-22. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.73.48.001> (In Russ.).

Фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris* L.) одна из самых важных зерновых бобовых культур в мире.

Фасоль используют в целях: продовольственных (обеспечение населения высококачественными продуктами питания: свежая, свежемороженая, консервированная спаржевая фасоль, высокобелковые наполнители для пищевой промышленности, продукты для детского и диетического питания), экономических (обеспечение импортозамещения, в частности, снижение импорта консервированной и свежемороженой спаржевой фасоли, высокобелковых наполнителей, семян), агротехнических (введение в севообороты бобовых овощных культур повышает эффективность возделывания всех овощных культур), агрохимических (обогащение почвы симбиотически фиксированным азотом, использование в качестве удобрения побочной продукции фасоли овощной) [1].

Современные реалии диктуют необходимость интенсификации селекции овощных зернобобовых культур: строящиеся в стране производственные мощности по их переработке, стремление к здоровому образу жизни, одним из компонентов которого является растительная высокобелковая пища. К этому можно добавить заботу об экологическом состоянии окружающей среды, поскольку производство зернобобовых – фиксаторов атмосферного азота за счет симбиоза с бактериями – снижает техногенную нагрузку на почву [2].

Однако широкому распространению культуры фасоли препятствуют различные болезни и абиотические стрессоры, существенно снижающие (до 40% и более) продуктивность растений, и качество их продукции. Фасоль поражается грибными, бактериальными и вирусными болезнями. Из грибных болезней наиболее вредоносны антракноз, фузариоз, белая и серая гнили, мучнистая роса [3].

Способность бобовых растений, в частности фасоли, формировать симбиозы с агрономически полезными микроорганизмами позволяет им существенно обогащать почву азотом, улучшать водный статус растений, снабжать необходимыми элементами минерального питания (труднодоступным фосфором и азотом), повышать устойчивость к болезням [4].

Выявление общих генов, необходимых для формирования этих симбиозов, привело к заключению, что бобовые обладают единой генетической системой, контролирующей развитие многостороннего симбиоза: бобовое растение + грибы арбускулярной микоризы + полезные ризосферные/клубеньковые бактерии. Этот факт очень важен для дальнейшего развития симбиотической селекции, открывает возможности расширения адаптивных свойств растений, придания им новых метаболических функций и позволяет получать повышенные урожаи экологически чистого высокобелкового растительного сырья [5].

Основной фактор, препятствующий выращиванию фасоли в условиях Московской области, – это отсутствие сортов, приспособленных для выращивания в наших почвенно-климатических условиях.

Антракноз сильно развивается во влажную погоду, поэтому обильные росы и продолжительные дожди особенно благоприятны для развития бо-

лезни. Поэтому актуальным направлением исследований является выявление образцов фасоли, имеющих устойчивость к антракнозу на генетическом уровне и проявляющих ее в условиях естественного инфекционного фона – в полевых условиях [6].

Аскохитоз – вредоносное заболевание зернобобовых, которое вызывает *Ascochyta*. Наиболее подвержены этой болезни горох и фасоль и др. культуры. Быстро распространяясь по всему растению, возбудитель поражает листья, стебли, плоды и семена. Зараженные аскохитозом семена портятся и отличаются низкой всхожестью [7].

Фасоль сильно поражается бактериозами, которые широко распространены и встречаются во всех странах мира, возделывающих эту культуру. Чаще всего на растениях фасоли развивается несколько бактериальных патогенов, но наиболее распространены и вредоносны – *Xanthomonas phaseoli* Dowsan (бурая пятнистость) и *Pseudomonas phaseolicola* Stap et al. (угловая пятнистость). Оба бактериоза сходны по признакам поражения и характеру течения болезни, поэтому часто их описывают вместе [8].

В связи с вышеизложенным, необходимо ежегодно проводить фитомониторинг посевов фасоли для выявления источников устойчивости, а также применять полезные ризосферные/клубеньковые бактерии для развития симбиотической селекции, что позволит открывать возможности расширения адаптивных свойств растений, для получения высоких урожаев экологически чистого высокобелкового растительного сырья. Использование для обработки семян культур ризосферных/клубеньковых бактерий – биопраймирование, – один из способов праймирования, т.е. технологии подготовки семян к посеву, в основе которой лежит прием воздействия на семена водой (намачивание, подращивание, проращивание) с содержащимися в ней защитными, стимулирующими и т.д. веществами.

Цель исследований – изучить влияние биопраймирования на полевую устойчивость фасоли к комплексу патогенов.

Условия, материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2022–2024 годах во ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО (Московская область) в полевых и лабораторных условиях.

Объектом исследований служили семена фасоли овощной сорта Эксалто. Сорт среднеранний, растение кустовое. Бобы в технической спелости зеленые, слабоизогнутые, без пергаментного слоя и волокна, средней длины, узкие. Семена эллиптические, белые с жилкованием слабой интенсивности, мелкие и среднего размера. Отличные вкусовые качества. Используется в домашней кулинарии, подходит для консервирования и заморозки.

По данным Mahakham W., Sarmah A.K. и других авторов, полезные микроорганизмы добавляют в качестве средств защиты семян во время их гидратации. Их можно инкапсулировать на семена с помощью пленкообразователей или добавлять непосредственно в субстрат. Этот подход в большинстве случаев основан на использовании микроорганизмов, принадлежащих к родам *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Bacillus* и *Trichoderma* [10].

Праймирование рассматривается как многообещающий прием поддержания жизнеспособности семян и быстрого получения всходов.

Процесс праймирования семян требует контролируемого насыщения сухих семян водой так, чтобы обеспечить возобновление метаболической активности («предпрорастающий метаболизм»), перевести семена на продвинутой физиологической стадии и усиливать некоторые ключевые молекулярные процессы, а именно антиоксидантную реакцию и репарацию ДНК. Последнее способствует сохранению целостности генома, необходимого для успешного прорастания [9, 11].

Биопраймирование в наших исследованиях проводили различными микробиологическими препаратами.

Азотовит. Действующее вещество: живые клетки бактерий (*Beijerinckia fluminensis*), концентрация не менее 1×10^5 КОЕ/см³. *Beijerinckia fluminensis* не являются генетически модифицированным штаммом, относятся к микроорганизмам, непатогенным для человека, не требуют специальных мер предосторожности во время работы. Подтверждено свидетельством ФГУП ГосНИИ Генетика. Азот составляет около 80% атмосферного воздуха, однако он недоступен для растений. Бактерии *Beijerinckia fluminensis* фиксируют молекулярный азот и в ходе ряда преобразований переводят его в аммонийную, нитритную и нитратную формы, которые легко усваиваются растениями. Предотвращают потери минерального азота в ходе его превращения в почве

Фосфатовит. Действующее вещество: споры и живые клетки бактерий *Paenibacillus mucilaginosus*, концентрация не менее $1,2 \times 10^6$ КОЕ/см³. *Paenibacillus mucilaginosus* не являются генетически модифицированным штаммом, относятся к микроорганизмам, непатогенным для человека, не требуют специальных мер предосторожности во время работы. Подтверждено свидетельством ФГУП ГосНИИ Генетика. Органические кислоты, выделяемые бактериями *Paenibacillus mucilaginosus*, мобилизуют недоступный фосфор (от 20 до 30 кг/га в сезон) и калий (от 15 до 20 кг/га в сезон) из нерастворимых соединений в зоне ризосферы растений; препятствуют процессам «зафосфачивания» почв. При этом гарантируется практически полное усвоение фосфора и калия растениями

Арксоил + Азот. Бактерии, входящие в состав «АРКСОИЛ + АЗОТ» принадлежат к группе азотфиксаторов *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Exiguobacterium acetylicum*. С помощью препарата происходит переход атмосферного азота в связанное состояние. Бактерии, находящиеся в составе Арксоил Фосфор, выделяют в почву биологически активные вещества, синтезируют большой спектр витаминов.

Арксоил + Фосфор. Бактерии, входящие в состав «АРКСОИЛ+ФОСФОР» принадлежат к группе фосформобилизаторов *Bacillus mucilaginosus*, *Exiguobacterium acetylicum*. Бактерии, входящие в состав препарата, обладают солюбилизирующими свойствами и являются стимуляторами роста растений. Биопрепарат является связующим звеном между фосфором в почве и пищевой системой растений: с. – х. культура при его применении

усваивает из почвы намного больше полезных веществ.

По рекомендации производителя препараты Азотовит и Фосфатовит вносили в смеси, препараты Арксоил + Азот и Арксоил + Фосфор также вносили совместно.

Семена для опыта с использованием *Rhizobium leguminosarum* были инокулированы на кафедре микробиологии РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева.

Семена стерилизуют 70% этанолом или разбавленным раствором Clorox1 (3%) с последующей трехкратной промывкой стерильной дистиллированной водой. Стерилизованные семена сушили в потоке воздуха при комнатной температуре в течение 1 ч, а затем замачивали в свежеразведенной культуре бактерий (доведенная до 1×10^8 КОЕ/мл) суспендирована в 0,85% фосфатно-солевом буфере (PBS) отдельно в течение 1 ч. Неинокулированные семена, используют в качестве контроля. Семена обрабатывали в соответствии со схемой опыта из расчета: Азотовит +Фосфатовит 0,5 л/га; Арксоил Азот+Арксоил Фосфор 0,8 л/га путем обработки семян перед посевом. Опыты закладывали на делянках площадью 2,5 м². Агротехника – общепринятая.

Метод раскладки пораженных частей растений на питательную среду Чапека состоит в следующем. Исследуемый материал предварительно отмывают от почвенных частиц. На границе пораженной и здоровой ткани стерильным скальпелем вырезают небольшие кусочки и раскладывают в приготовленные чашки Петри на питательную среду. После их помещают в термостат и инкубируют при температуре 23–25 °С. Через пять суток появившийся грибной налет анализируют в поле зрения микроскопа при увеличении 16×40 и отбирают образцы для пересева на питательные среды для выделения в чистые культуры.

Шкала устойчивости по листовому аппарату следующая (баллы). 0–0,8 - поражено менее 20% поверхности листового аппарата, практически устойчивые; 1–1,5 - поражено 21–40%, слабовосприимчивые; 2–2,5 - поражено 41–60%, средневосприимчивые; 3–3,5 - поражено 61–80%, восприимчивые; 4 - поражено от 81% до 100%, сильновосприимчивые [12].

Влияние агроклиматических факторов на проявление комплекса патогенов на растения фасоли изучали в течение трех лет, используя метеоданные ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО.

Весна 2022 года была холодной и дождливой. Средняя температура в мае (11 °С) была значительно ниже среднемноголетней (14,1 °С). Осадков в мае выпало много (50 мм). Среднесуточная температура июня 19,1 °С была выше среднемноголетней (15,4 °С). Осадков выпало, в среднем за месяц 33 мм, Июль был теплым, температура в среднем за месяц составила 20,9 °С. Август был теплый (среднесуточная температура 22,3 °С), осадков выпало очень мало: 13,6 мм. Первая декада сентября была благоприятной для уборки.

Вегетационный период 2023 года был достаточно благоприятным для выращивания бобовых. Первые декады мая были холодные и дождливые, семена посеяли 24 мая. Средняя температура за месяц составила 12,8 °С, осадков выпало много 20,7 мм. Влажность воздуха была повышенной

и составила 61,3%. Среднесуточная температура июня 16,8°C. Осадков в течение месяца выпало 59,9 мм, влажность воздуха составила 61,4%, что позволило получить дружные всходы. Во второй и третьей декаде месяца осадков не было, температура в этот период времени составила 15 °С, потребовался дополнительный полив. В июле температура не превышала 18,7 °С, осадки 59,8мм, влажность составила 75%. В первой и второй декаде июля осадков практически не было, среднесуточная температура около 19 °С. В третьей декаде июля прошли очень сильные дожди, как следствие этого повышенная влажность воздуха 80%, что способствовало развитию болезней на фасоли. Погодные условия августа были благоприятными для роста и развития растений. Температура воздуха составила 19 °С, осадков выпало мало (36 мм), но влажность воздуха была повышенной 75,8%. Установление сухой теплой погоды способствовало распространению паутинного клеща. Вторая половина второй и начало третьей декады августа месяца из-за дождей, повышенной влажности и высоких температур негативно отразилась на проявлении листовых болезней. В сентябре установилась теплая (15 °С) погода с малым количеством осадков (4 мм), что позволило дозреть семенам и своевременно провести уборку.

В целом, метеорологические условия 2023 года можно назвать благоприятными, развитие растений задержалось на 3–4 недели, но теплый сухой сентябрь позволил семенам дозреть.

Вегетационный период 2024 года был неблагоприятным для выращивания бобовых. Первые декады мая были холодные и дождливые, посев про-

изводился 23 мая, однако в третьей декаде мая и начале июня среднесуточная температура воздуха была выше многолетних данных на 5 °С, а осадков было мало, для получения всходов потребовался полив. Среднесуточная температура июня 20,1 °С. Осадков в течение месяца выпало много, 100,3 мм, влажность воздуха составила 71%. В июле средняя температура воздуха составила 22 °С, что выше многолетних данных на 2–6 °С, осадков выпало много, 90,3 мм, влажность составила 70,7%. Во второй и третьей декадах июля осадков выпало много, как следствие этого повышенная влажность воздуха – 77%, что способствовало развитию болезней на фасоли. В августе температура воздуха составила 19,2 °С, но влажность воздуха была повышенной 75,1%, что негативно отразилось на проявлении листовых болезней фасоли.

Сентябрь 2024 года был аномально сухой и теплый. Средняя температура воздуха составила 17,1 °С, осадков выпало мало 15,1%. Установление такой погоды позволило дозреть семенам и своевременно провести уборку.

Результаты исследований

В зависимости от метеоусловий в различные годы и вариантов опыта растения вступали в основные фенофазы в разное время.

По результатам наблюдений за 2022–2024 годов следует отметить, что первые всходы на варианте неинкубированных семян (контроль) появлялись позже на 2–3 дня. В вариантах применения *Rhizobium leguminosarum* растения вступали в основные фенофазы раньше на 1–2 дня относительно других вариантов биопраймирования. При при-

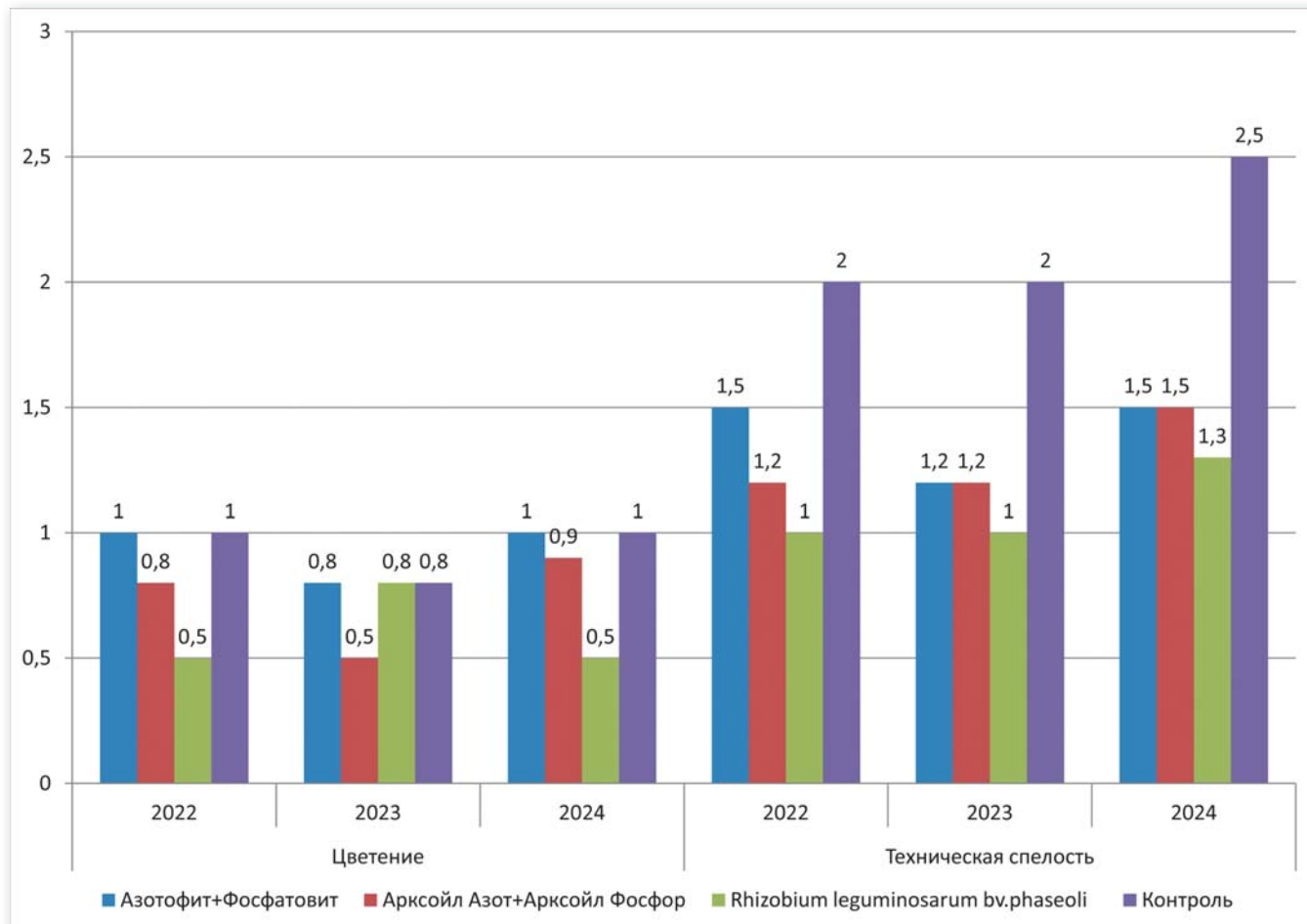


Рис. 1. Оценка устойчивости фасоли Эксалто (2022–2024 годы)

менении препаратов Азотовит + Фосфатовит и сочетания Арксойл Азот + Арксойл Фосфор растения вступали практически одновременно. Различия вступления в основные фенофазы по годам объясняются влиянием метеоусловий.

На **рисунке 1** представлена оценка устойчивости фасоли овощной сорта Эксалто в зависимости от фенофаз развития в различные годы наблюдения. Отметим, что первые признаки поражения патогенами были отмечены в фазу цветения.

2022 год характеризовался как умеренно теплым 19,1 °С и с минимальным количеством осадков (13,6 мм). При цветении балл поражения колебался от 0,5 на варианте с обработкой *Rhizobium leguminosarum*, до 1 на контроле и Азотовит + Фосфатовит. Третью оценку проводили в фазу технической спелости. Наименьший балл поражения (1) был отмечен в варианте применения *Rhizobium leguminosarum*, варианте Арксойл Азот + Арксойл Фосфор – 1,2 балла, данные образцы вошли в группу слабовосприимчивых. Образцы, на которых применяли Азотофит+Фосфовит, имели балл поражения 1,5 и были отнесены в группу средневосприимчивых. Контроль входил в группу средневосприимчивых с баллом поражения по образцу 2.

В исследуемый 2022 год на фасоли был выявлен следующий комплекс патогенов: альтернариоз, желтая мозаика и фузариоз.

В условиях 2023 года, который характеризовался как умеренно теплый (температура не превышала 18,7 °С, осадки 59,8 мм, влажность составила 75%) первые незначительные симптомы фузариоза проявились во всех четырех вариантах опыта в фазу цветения. Балл поражения варьировал от 0,5 до 0,8.

При проведении третьего учета в фазу технической спелости наименьший балл поражения от 1 до 1,2 был отмечен в вариантах *Rhizobium leguminosarum* и Арксойл Азот + Арксойл Фосфор соответственно. На контроле и в варианте Азотофит + Фосфовит балл поражения комплексом патогенов составил 2, данные образцы вошли в группу средневосприимчивые.

В 2023 году основными прогрессирующими патогенами стали фузариум и альтернария.

Метеорологические условия 2024 года характеризовались высокими положительными темпе-

ратурами – 22 °С, осадков выпало много – 90,3 мм, влажность составила 70,7%. Такие условия способствовали развитию болезней и негативно отразились на росте и развитии фасоли овощной.

Первые симптомы поражения были выявлены в фазу цветения и составляли от 0,5 (*Rhizobium leguminosarum*) до 0,9 (Арксойл Азот + Арксойл Фосфор). Эти показатели 2024 года превышают оценку устойчивости за 2022 и 2023 годы. По двум другим вариантам отмечена та же тенденция.

В фазу технической спелости проведен третий учет устойчивости. Минимальный балл поражения составил 1,3 в варианте применения *Rhizobium leguminosarum*, что характеризуется как слабовосприимчивый. В вариантах Азотофит+Фосфовит и Арксойл Азот + Арксойл Фосфор балл поражения составил 1,5, такие растения относятся к группе средневосприимчивых. Контроль относился к группе восприимчивых с балом поражения по образцу 2,5.

Показатели устойчивости в 2024 году превышали оценку устойчивости в условиях 2022 и 2023 года, что объясняется влиянием агроклиматических факторов.

Для определения комплекса патогенов, прогрессирующих на растениях фасоли в 2024 году, была проведена работа по идентификации и определению родового состава.

В результате проведенной работы на растениях фасоли овощной были определены следующие болезни (**рис. 2**):

- бактериальная пятнистость (возбудитель – бактерия *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (Burkholder) Youngetal);
- аскохитоз (вредоносное заболевание зернобобовых, которое вызывает гриб *Ascochyta*);
- фузариоз (*Fusarium*) (заражение фасоли этим патогеном происходит на начальных стадиях вегетации, особенно сильно проявляется патоген в жаркий и влажный период);
- антракноз (возбудитель – гриб рода *Colletotrichum*).

Также на листовой пластине и бобах присутствовал патоген рода *Alternaria*.

В связи с высоким поражением урожая комплексом патогенов, при учете урожайности бобы были разделены на больные и здоровые.

Урожайность в технической спелости фасоли сорта Эксалто, 2022-2024 годы						
Год	Вариант	Продуктивность, г/раст.	Урожайность			Выход здоровой продукции, %
			здоровых бобов, кг/м²	пораженных бобов, кг/м²	общая, кг/м²	
2022	Азотофит+Фосфатовит	80,9	1,46	1,39	2,85	51,2
	Арксойл Азот+Арксойл Фосфор	81,6	1,48	1,39	2,87	51,6
	<i>Rhizobium leguminosarum</i>	94,8	1,69	1,65	3,34	50,6
	Контроль	72,6	1,18	1,38	2,56	46,1
2023	Азотофит+Фосфатовит	82,4	1,53	1,37	2,9	52,8
	Арксойл Азот+Арксойл Фосфор	83,1	1,47	1,46	2,93	50,2
	<i>Rhizobium leguminosarum</i>	96,9	1,74	1,67	3,41	51,0
	Контроль	73	1,24	1,33	2,57	48,2
2024	Азотофит+Фосфатовит	76,3	1,41	1,28	2,69	52,4
	Арксойл Азот+Арксойл Фосфор	77,7	1,63	1,11	2,74	59,5
	<i>Rhizobium leguminosarum</i>	91,3	1,63	1,58	3,21	50,8
	Контроль	65	1,06	1,23	2,29	46,3
НСР ₀₅			0,003	-	0,005	-

Биопраймирование препаратом *Rhizobium leguminosarum* в течение трех лет наблюдений позволяло получить высокую урожайность здоровых бобов. Так в 2022 году при применении этого препарата урожайность здоровых бобов составила 1,69 кг/м², что обеспечило прибавку к контролю 43,2%. В 2023 году прибавка к контролю составила 40,3%, а в 2024 году – 53,8%. В 2024 году применение Арксоил Азот + Арксоил Фосфор было настолько же результативным. При его применении так же было получено 1,63 кг/м² здоровых бобов, однако общая урожайность была ниже (табл.).

Применение биопраймирования препаратами Азотовит+Фосфатовит и Арксоил Азот + Арксоил Фосфор давали стабильную прибавку урожайности здоровых бобов к контролю. Так в 2022–2023 году прибавка при применении Азотовит+Фосфатовит составила 23%, в 2024 году – 33%. Применение Арксоил Азот + Арксоил

Фосфор обеспечило прибавку 25,4% в 2022 году и 18,4% в 2023 году.

Применение биопраймирования позволило улучшить общую урожайность относительно контроля. Наибольшие показатели урожайности были отмечены при применении *Rhizobium leguminosarum* во все годы исследования. Так в 2022 году прибавка относительно контроля составила 30,6%, в 2023 году – 28,8%, а в 2024 году – 40,5%.

В 2022 и 2023 годах биопраймирование препаратами Азотовит+Фосфатовит и Арксоил Азот + Арксоил Фосфор обеспечило прибавку урожайности 12 и 13% соответственно. В 2024 году применение Азотовит+Фосфатовит обеспечило урожайность 2,69 кг/м², что выше контроля на 17,4%, а применение Арксоил Азот + Арксоил Фосфор позволило увеличить урожайность на 19,5%.

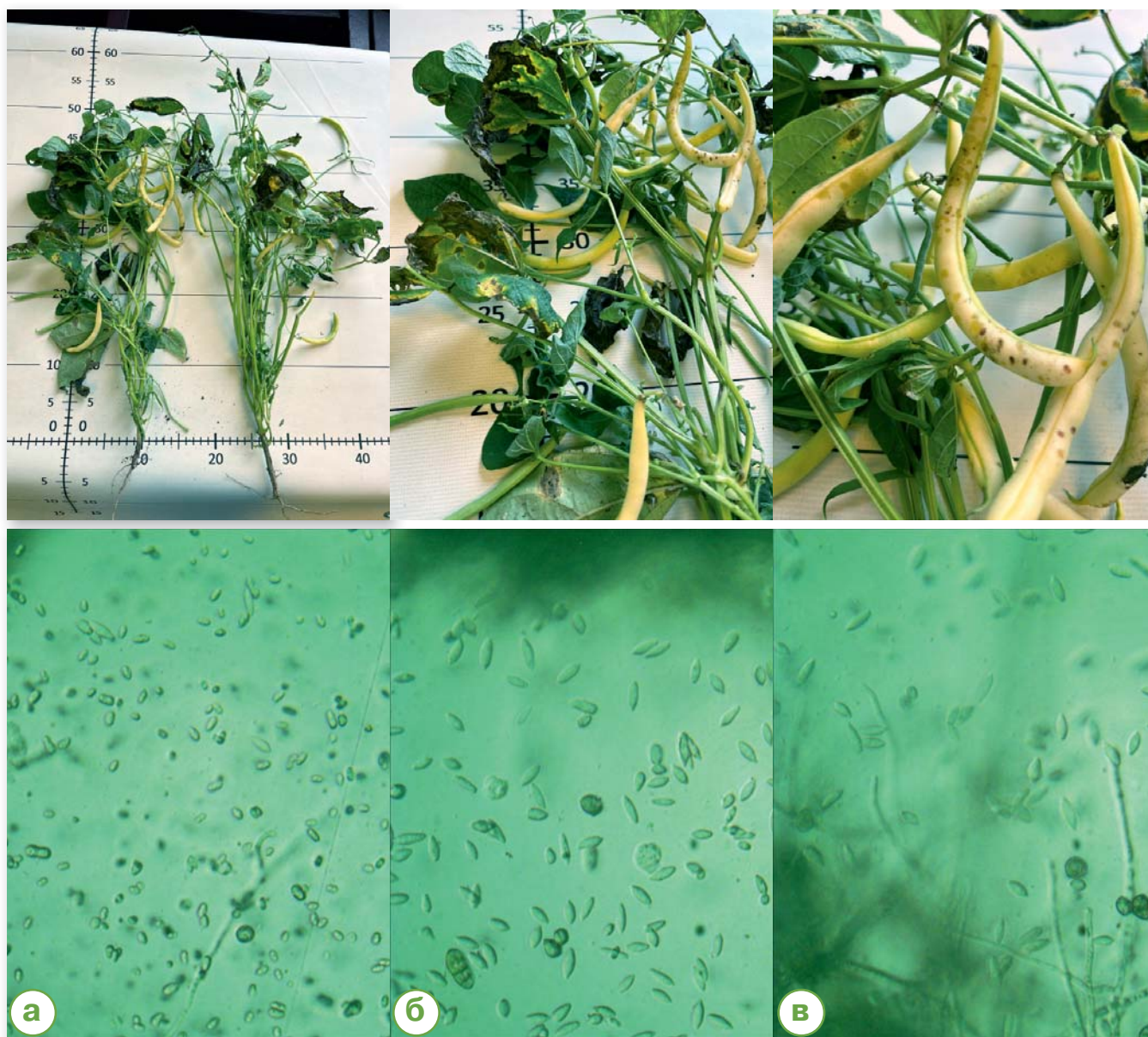


Рис. 2. Вегетирующие растения фасоли овощной с признаками поражения болезнями: а – антракноз+фузариоз; б – аскохитоз+фузариоз + бактериоз; в-аскохитоз + фузариоз + альтернариоз + бактериоз

Выводы

В результате оценки влияния различных вариантов биопраймирования на полевую устойчивость фасоли к комплексу патогенов в условиях центральной части Быковского расширения поймы реки Москва выделены *Rhizobium leguminosarum* и Арксоил Азот + Арксоил Фосфор. Эти варианты предпосевной обработки семян способствуют сдерживанию развития комплекса патогенов, так как средний балл поражения за три года наблюдения составляет в среднем 1,2, что характеризуется слабовосприимчивой группой.

Применение биопраймирования позволило улучшить общую урожайность относительно контроля. Наибольшие показатели урожайности были отмечены при применении *Rhizobium leguminosarum* во

все годы исследования, в 2022 году прибавка относительно к контролю составил 30,6%, в 2023 году – 28,8%, а в 2024 году – 40,5%. Применение Арксоил Азот + Арксоил Фосфор позволило увеличить урожайность на 19,5%.

В 2022 и 2023 годах биопраймирование препаратами Азотовит+Фосфатовит и Арксоил Азот + Арксоил Фосфор обеспечило прибавку урожайности 12 и 13% соответственно. В 2024 году применение Азотовит+Фосфатовит обеспечило урожайность 2,69 кг/м², что выше контроля на 17,4%, а применение Арксоил Азот + Арксоил Фосфор позволило увеличить урожайность на 19,5%.

Библиографический список

- 1.Чайковский А.И., Янковская Т.П. Технологические параметры возделывания фасоли спаржевой // Овощеводство: сб. науч. тр. Минск, 2008 С. 35–44.
- 2.Вишнякова М.А. и др. Исходный материал для селекции овощных бобовых культур в коллекции ВИР // Овощи России. 2013. №1. С. 16–25. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-16-25>
- 3.Mancini V., Romanazzi G. Seed treatments to control seedborne fungal pathogens of vegetable crops. Pest Manag. Sci. 2014. 70(6). Pp. 860–868. doi: 10.1002/ps.3693.
- 4.Барбашов М.В. Оценка исходного материала фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) для создания высокоэффективных растительно-микробных систем: дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.05. Орел, 2012. 153 с.
- 5.Пашкевич А.М. и др. Оценка коллекционных сортообразцов фасоли овощной по хозяйственным и биолого-морфологическим признакам. Овощеводство: сборник научных статей. Самохваловичи. 2015. №23. С. 139–143.
- 6.Пашкевич А.М., Чайковский А.И., Медведь Н.В. Определение устойчивости фасоли к возбудителю антракноза – *Colletotrichum lindemuthianum* Br. et Cav. // Овощи России. 2020. №4. С. 93–97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-93-97>
- 7.Ахатов А.К. и др. Защита растений от болезней в теплицах. Справочник. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2002. 465 с.
- 8.Тимина Л. Т., Пронина Е. П., Антошкин А. А. Устойчивость фасоли овощной к бактериальным пятнистостям // Защита и карантин растений. 2013. №12. С. 20–22.
- 9.Mahakham W., Sarmah A.K., Maensiri S. et al. Nanopriming technology for enhancing germination and starch metabolism of aged rice seeds using phytosynthesized silver nanoparticles. Sci Rep 7, 8263 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08669-5>
- 10.Biochemical processes during the osmopriming of seeds. C.M. Bray, J. Kigel, G. Galili, M. Dekker (Eds.). In Seed Development and Germination. Inc.: New York, NY, USA, 1995. Pp. 767–789.
- 11.Современное состояние и открытые вопросы праймирования семян лука репчатого / А.В. Янченко, А.Ф. Бухаров, А.Ю. Федосов, М.И. Иванова, А.М. Минских, С.В. Белова // Овощи России. 2024. №5. С. 31–37. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-5-31-37>
- 12.Соколова Л.М. Система комплексного применения селекционно-иммунологических методов для создания сортов и гибридов моркови столовой с групповой устойчивостью к *Alternaria* sp. и *Fusarium* sp. Методические рекомендации. Москва, 2022. 56 с.

Об авторах

Еремина Надежда Александровна, м.н.с. сектора семеноведения, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО). E-mail: galanova.nadejda@yandex.ru. orcid ID: 0000-0003-3277-5794; Researcher ID: AA/-3384-2021

Соколова Любовь Михайловна, доктор с.-х. наук, в.н.с. сектора селекции и семеноводства корнеплодных культур, Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства». E-mail: lsokolova74@mail.ru. Orcid ID: 0000-0001-6223-4767; Scopus ID: 57213422957; Researcher ID: J - 6988- 2018

References

- 1.Tchaikovsky A.I., Yankovskaya T.P. Technological parameters of asparagus bean cultivation. Vegetable growing: collection of scientific tr. Minsk. 2008. Pp. 35–44 (In Russ.).
- 2.Vishnyakova M.A. et al. The source material for the selection of vegetable legumes in the VIR collection. Vegetables of Russia. 2013. No1. Pp. 16–25. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-1-16-25> (In Russ.).
- 3.Mancini V., Romanazzi G. Seed treatments to control seedborne fungal pathogens of vegetable crops. Pest Manag. Sci. 2014. 70(6). Pp. 860–868. doi: 10.1002/ps.3693
- 4.Barbashov M.V. Evaluation of the starting material of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) for the creation of highly effective plant-microbial systems: diss... Cand. (Sci.): 06.01.05. Orel. 2012. 153 p. (In Russ.).
- 5.Pashkevich A.M. et al. Evaluation of collectible varieties of vegetable beans according to economic and biological-morphological characteristics. Vegetable growing: a collection of scientific articles. Samokhvalovich. 2015. No23. Pp. 139–143. (In Russ.).
- 6.Pashkevich A.M., Tchaikovsky A.I., Medved N.V. Determination of bean resistance to anthracnose pathogen – *Colletotrichum lindemuthianum* Br. et Cav. Vegetables of Russia. 2020. No4. Pp. 93–97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-93-97> (In Russ.).
- 7.Akhatov A.K. et al. Protection of plants from diseases in greenhouses. Reference book. Moscow. Association of Scientific publications of the KMK. 2002. 465 p. (In Russ.).
- 8.Timina L.T., Pronina E.P., Antoshkin A.A. Resistance of vegetable beans to bacterial spots. Protection and quarantine of plants. 2013. No12. Pp. 20–22. (In Russ.).
- 9.Mahakham W., Sarmah A.K., Maensiri S. et al. Nanopriming technology for enhancing germination and starch metabolism of aged rice seeds using phytosynthesized silver nanoparticles. Sci Rep 7, 8263 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08669-5>
- 10.Biochemical processes during the osmopriming of seeds. C.M. Bray, J. Kigel, G. Galili, M. Dekker (Eds.). In Seed Development and Germination. Inc.: New York, NY, USA, 1995. Pp. 767–789.
- 11.The current state and open issues of priming onion seeds / A.V. Yanchenko, A.F. Bukharov, A.Y. Fedosov, M.I. Ivanova, A.M. Menshikh, S.V. Belova. Vegetables of Russia. 2024. No5. Pp. 31–37. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-5-31-37> (In Russ.).
- 12.Sokolova L.M. A system of integrated application of breeding and immunological methods for the creation of varieties and hybrids of table carrots with group resistance to *Alternaria* sp. and *Fusarium* sp. Methodological recommendations. Moscow. 2022. 56 p. (In Russ.).

Author details

Eremina N.A., junior research fellow at the Laboratory of Physiological Foundations of Vegetable Seed Science. Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVS). E-mail: galanova.nadejda@yandex.ru. Orcid ID: 0000-0003-3277-5794. Researcher ID: AA/-3384-2021

Sokolova L.M., DSci (Agr.), leading research fellow, of the Breeding and Seed Center, All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing, branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center of Vegetable Growing». E-mail: lsokolova74@mail.ru. Orcid ID: 0000-0001-6223-4767. Scopus ID: 57213422957. Researcher ID: J - 6988- 2018